

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-036468

(43)Date of publication of application : 18.02.1991

(51)Int.Cl.

F25B 9/14

F25D 11/02

(21)Application number : 01-169672

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 30.06.1989

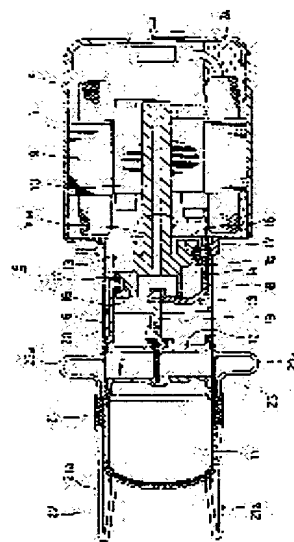
(72)Inventor : KAGAWA KIYOSHI

(54) COOLING WAREHOUSE

(57)Abstract:

PURPOSE: To perform the cooling operation without using refrigerant of fluorocarbon, to reduce the size, noise, vibration and to further enhance the cooling efficiency by disposing a low temperature side heat exchanger in a warehouse, and installing a Stirling machine.

CONSTITUTION: A power source plug is inserted into a plug socket, and power is supplied to a freezing refrigerator. Thus, a motor 7 is energized, and a rotor 10 is rotated together with an output shaft 10a. Then, a cylinder 15 is rotated. This rotation is converted to a reciprocating motion via a cam roller 17 of a predetermined position for moving a cam groove 16. Thus, a displacer 11 and a low temperature piston 12 are reciprocated in a cylinder 6 in a predetermined phase difference, thereby forming a reverse Stirling cycle. The interior of a warehouse is cooled with cold of a low temperature side heat exchanger 22 for generating the reverse Stirling cycle. Since the reverse Stirling cycle does not use fluorine refrigerant to be restricted as fluorocarbon but uses operating fluid such as air, nitrogen gas, helium gas, etc., there is no apprehension of an environmental pollution.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-36468

⑬ Int. Cl.³

F 25 B 9/14
F 25 D 11/02

識別記号

5 2 0 A
A

庁内整理番号

7536-3L
7001-3L

⑭ 公開 平成3年(1991)2月18日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 冷却庫

⑯ 特 願 平1-169672

⑰ 出 願 平1(1989)6月30日

⑱ 発 明 者 香 川 澄 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜
事業所家電技術研究所内

⑲ 出 願 人 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁理士 鈴江 武彦 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

冷却庫

2. 特許請求の範囲

冷却装置により庫内を冷却するようにした冷却庫において、前記冷却装置は、内部にディスプレイサーおよびピストンが順に直列に配置されたシリンダと、このシリンダの後部に設けたモータと、このモータの出力軸に連結されモータの出力で前記ディスプレイサーおよびピストンを所定の位相差で往復動させる往復機構と、前記シリンダの頭部側に設けられ前記ディスプレイサーとシリンダ頭部との間の空間に連通する低温側熱交換器と、前記シリンダの後部側に設けられ前記ディスプレイサーとピストンとの間の空間に連通する高温側熱交換器と、前記シリンダの胴部に設けられ前記高温側熱交換器と前記低温側熱交換器とを連通する再生器と、前記ディスプレイサーとシリンダ頭部との間の空間、前記低温側熱交換器内、前記再生器、前記高温側熱交換器内および前記ディスプレイサー

とシリンダ頭部との間の空間に渡って充填され前記ディスプレイサーおよびピストンの往復動を受けて逆スターリングサイクルを構成する作動流体とを有したスターリング機械から構成し、前記低温側熱交換器を庫内に配置してスターリング機械を設置することを特徴とした冷却庫。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

(産業上の利用分野)

この発明は、庫内を冷却する冷却庫に関する。

(従来の技術)

従来より、冷蔵庫、冷凍庫(いずれも冷却庫に相当)は、フロン系の冷媒を用いた蒸気圧縮式の冷凍サイクルを使用して、庫内を冷却している。

(発明が解決しようとする課題)

ところで、冷蔵庫および冷凍庫は、小型、低騒音、低振動、さらには高冷却効率が要求される。

ところが、蒸気圧縮式の冷凍サイクルは、モータ等の駆動源をもつ圧縮機、凝縮器、膨脹弁(あるいは絞り装置)、蒸発器を構成要素とするため

に、小型化が難しく、冷凍庫、冷蔵庫、特に小型のものには不向きである。しかも、冷媒は液体、気体、液体と気体の二相の様々な状態で、閉ループのサイクルを流れるために大きな音圧の気流音が多く発生する。具体的には、圧縮機の騒音よりも大きいレベルの気流音が発生することがあった。

そのうえ、冷蔵庫および冷凍庫に主に用いられるフロン系の冷媒は、近時、オゾン層の破壊といった環境汚染をもたらすということで、フロン規制の対象となっており、将来は使用できなくなる。各メーカーは新たな冷媒を探すべく、さかんに開発を行っているが、現在使用されている冷媒より優れた成績係数(サイクル効率)を有する、または置き換えるものはなく、安全で最適な冷媒を探し出すのには、未だかなりの時間がかかるとされている。

こうした状況の中で上記要求を満たすことができるようにした冷凍庫、冷蔵庫が要望されている。

この発明はこのような事情に着目してなされたもので、その目的とするところはフロン系の冷媒

を用いずに冷却運転を行うことができ、かつ小型化、低騒音化、低振動化、さらには高冷却効率化に優れた冷却庫を提供することにある。

〔発明の構成〕

(課題を解決するための手段)

上記目的を達成するために、この発明の冷却庫は、冷却装置を、内部にディスプレーサーおよびピストンが順に直列に配置されたシリンダと、このシリンダの後部に設けたモータと、このモータの出力軸に連結されモータの出力で前記ディスプレーサーおよびピストンを所定の位相差で往復動させる往復機構と、前記シリンダの頭部側に設けられ前記ディスプレーサーとシリンダ頭部との間の空間に流通する低温側熱交換器と、前記シリンダの後部側に設けられ前記ディスプレーサーとピストンとの間の空間に流通する高温側熱交換器と、前記シリンダの胴部に設けられ前記高温側熱交換器と前記低温側熱交換器とを流通する再生器と、前記ディスプレーサーとシリンダ頭部との間の空間、前記低温側熱交換器内、前記再生器内、前記高温

側熱交換器内および前記ディスプレーサーとシリンダ頭部との間の空間に渡って充填され前記ディスプレーサーおよびピストンの往復動を受けて逆スターリングサイクルを構成する作動流体とを有したスターリング機械から構成し、前記低温側熱交換器を庫内に配置してスターリング機械を設置するようにする。

(作用)

この発明の冷却庫によると、モータを励磁すると、スターリング機械のディスプレーサー、ピストンが所定の位相差でシリンダ内を往復動していく。

これにより、等温圧縮、等容冷却、等温膨脹、等容膨脹の各過程を繰り返す逆スターリングサイクルが構成されていく。そして、この逆スターリングサイクルで発生する低温側熱交換器の冷熱で庫内が冷却されていく。

ここで、逆スターリングサイクルはフロン規制の対象となるフッ素系の冷媒を用いず、空気あるいは窒素ガス、ヘリウムガス等といった作動流

体で成立するので、環境汚染の心配はない。

しかも、逆スターリングサイクルは従来の蒸気圧縮式の冷凍サイクルと略同じ成績係数を得ることができる。

そのうえ、スターリング機械は、モータが取付くシリンダ内にディスプレーサー、ピストン、往復機構を設け、シリンダ外に低温側熱交換器、再生器、高温側熱交換器を設ける1シリンダ形の簡単な構造である上、従来の蒸気圧縮式の冷凍サイクルのサイクルの最高圧、並びに充填圧力に比べて、かなり作動流体の圧力が小さく耐圧構造が簡易ですむ構造なので、小型・軽量である。

加えて、スターリング機械で構成される逆スターリングサイクルは、従来の蒸気圧縮式の冷凍サイクルとは違って、サイクル行程中、相変化を伴わず、常時、気体であるために、気流音が少なく、騒音、振動共、小さい。

つまり、フロン系の冷媒を用いずに、要求される各種の条件を満たした冷却庫を実現できる。

(実施例)

以下、この発明を第1図ないし第6図に示す一実施例にもとづいて説明する。

第1図は、この発明を適用した例えば家庭用の凍冷蔵庫（冷却庫に相当）を示し、1は冷凍冷蔵庫の本体である。本体1内の上部には冷凍室2が設けられている。また本体1内の中央から下部には冷蔵室3が設けられている。

また冷凍室2の背部に形成された冷気供給通路4には、スターリング機構5が冷却装置として設置されている。このスターリング機構5の構造が第2図に示されている。

スターリング機構5について説明すれば、6はシリンダ、7はそのシリンダ6の開放端に連結されたモータである。モータ7は、シリンダ6の開放端にケーシング8を連結し、このケーシング8内に上記シリンダ6と同軸をなして、ステータ9およびロータ10を設けた構造となっている。そして、ロータ10に連結された出力軸部10aの先端部がシリンダ6内に延びている。

通した軸状のアーム19を介してディスプレーサー11に連結されている。またもう一方のカムローラ17は、カムレバー20を介して低圧ピストン12に連結されている。これにより、出力軸部10aの回転に伴ない、ディスプレーサー11と低圧ピストン12とを所定の位相差で同期しながら往復動させることができるようにしている。

一方、シリンダ6の頭部側の胴部分には再生器21が設けられている。そして、この再生器21からシリンダ6の頭部部分との間には、略J字状に形成した複数本の細径な熱交換パイプ21aが連通接続されていて、シリンダ6の頭部に低温側熱交換器22を構成している。またディスプレーサー11および低圧ピストン12間の空間と対応するシリンダ6の胴部分と再生器21との間には、略U字状に形成した複数本の細径な熱交換パイプ23aが連通接続されていて、シリンダ6の後部側に高温側熱交換器23を構成している。そして、シリンダ6の頭部とディスプレーサー11との間のシリンダ空間、低温側熱交換器22内、再生器

またシリンダ6内には、頭部側からディスプレーサー11および低圧ピストン12が順に直列をなして配置されている。これらディスプレーサー11および低圧ピストン12は、いずれもシリンダ6の内周面に刻設したシリンダ6の軸心に沿うガイド溝13の規制を受けて、回転せずに往復できるようなっている。そして、これらディスプレーサー11および低圧ピストン12が、例えば円筒カム構造で構成される往復機構14を介して上記出力軸部10aの先端部に連結されている。

ここで、往復機構14について説明すれば、15は出力軸部10aの先端部に同軸で一体に連結された円筒体である。円筒体15の外周面には、2つの山および谷を有するサインカーブを描いてカム溝16が円方向沿いに刻設されている。このカム溝16内の例えば「90°」位相した2つの地点には、それぞれカムローラ17、17が設けられている。そして、カムローラ17、17のうち、例えば進み側にあるカムローラ17はカムレバー18および低圧ピストン12を摺動自在に貫

21内、高温側熱交換器23内、ディスプレーサー11と低圧ピストン12との間のシリンダ空間で構成される作動空間に、空気、チッ素ガス、ヘリウムガスなどの作動流体が充填され、ディスプレーサー11と低圧ピストン12との往復動を利用して、逆スターリングサイクルを構成できるようにしている。むろん、作動流体はフロン系ではない。

なお、24はモータ7のケーシング8内に貯留された冷凍機油である。

そして、こうしたスターリング機構5が冷凍室2の背部壁を貫通して設置され、先端側となる低温側熱交換器22を冷気供給通路5内に突出させている。これにより、逆スターリングサイクルで得られる冷熱を庫内に供給できるようになっている。さらに述べれば、冷気供給通路5の出口側には、冷凍室2の背部壁に埋設したファンモータ26にプロペラファンを直結してなる庫内循環ファン27が設けられていて、冷気を冷凍室2内に循環できるようにしている。なお、25は冷気供

給通路5内に上記低温側熱交換器22と連結して配設された熱交換フィンである。

また冷蔵庫3の背部側の上段には冷気供給通路5と連通する通路28が、該通路28を開閉制御するダンパー装置29と共に設けられている。さらにまた冷蔵庫3の上部壁にも、上記冷気供給通路5に連通する通路30が設けられていて、冷蔵庫3内にも冷気を循環できるようにしている。

他方、冷凍室2の背部壁には、上記スターリング機械5の高温側熱交換器23の部分を出露させるように、下部側を入口とし、上部側を出口としたV字状の放熱路31が設けられている。そして、放熱路31のうち入口側は本体1の後方に開放している。また放熱路31の出口側は、冷凍室2の背部壁に設けた上下方向の通路32を介して本体1の上方に開放している。そして、この通路32には、上記ファンモータ26に機械的接続してなる放熱ファン33が配設され、空冷で高温側熱交換器23から発生する熱を逃がすようにしている。なお、本実施例では、本体1の外表面を

熱伝導の良い金属板などから構成し、この外表面に高温側熱交換器23を接触あるいは連結させて、高温側熱交換器23の放熱効果を高めるようにもしている。

また通路30には除霜装置34が設けられている。この除霜装置34の構造が第3図に示されている。

除霜装置34に説明すれば、35は冷気供給通路4と放熱路31とを仕切る壁部分36に、内外を連通するように設けられた複数の円形な透孔である。透孔35は、シリンダ6が貫通する貫通部35aの周囲部分にシリンダ6の軸心を中心とした同一円上に所定の間隔で配置されている。そして、これら透孔群と重なるようにして、シリンダ6の胴部分に、通気制御用の環状板37が回転自在に支持されている。環状板37は、板面に上記透孔35と同じ形状および同じ配置の透孔38を有し、外周面にギヤ部39を有した構造となっている。

一方、この環状板37のギヤ部39の位置に対

応して壁部分36には、モータ40が埋設されている。このモータ40の出力軸に、上記ギヤ部39と噛み合う歯車41が設けられている。さらにモータ40には駆動回路を介して制御部（いずれも図示しない）が接続されている。そして、制御部の制御により、常時は本体1側の透孔35と環状板37の透孔38との位置を異ならせて内外を遮断し、図示しない操作部（あるいは着霜を検知するセンサー）から信号が入力されることにより、両者の透孔35、38が合致するように環状板37を回動するようになっている。つまり、合致すれば、高温側熱交換器23の熱が低温側熱交換器22に導かれ、同低温側熱交換器22および熱交換フィン25に着いた霜を溶かすようにしている。

なお、図中45は冷凍室2を開閉する扉、46は冷蔵庫3を開閉する扉である。

つぎに、このように構成された冷凍冷蔵庫の作用について説明する。

図示しない電源プラグをコンセントに差し込

んで、冷凍冷蔵庫に電源を投入する。これにより、モータ7が励磁され、ロータ10が出力軸部10aと共に回転していく。すると、円筒体15が回転していく。そして、この回転が、カム溝16を移動する所定位置のカムローラ17、17によって、往復動に変換されていく。

これにより、ディスプレーサー11および低温ピストン12が所定の位相差でシリンダ6内を往復動し、第4図および第5図に示されるような逆スターリングサイクルを構成していく。

すなわち、低温ピストン12が上昇する「A→B」の行程で、作動流体が圧縮され、該圧縮により発生した熱が高温側熱交換器23から大気に放熱されていく（等温圧縮過程）。

そして、つぎのディスプレーサー11が下降する「B→C」の行程で、再生器21を通過してディスプレーサー11の下部の作動流体が上方に移る。この際、作動流体が再生器21に蓄えられている冷熱により冷却されていく（等容冷却過程）。

続いて、低温ピストン12が下降する「C→D」

の行程で、作動流体が膨脹していく。つまり、冷凍作用が生じる。この際、作動流体は外部からの熱で等温に保たれていく（等温膨脹過程）。

そして、等温膨脹過程が終了すると、ディスプレイーサー11が上昇する「D→A」の行程で、冷却された作動流体が低温側熱交換器22および再生器21に導かれていく（等容加熱過程）。

これにより、低温側熱交換器22では等温膨脹行程による吸熱が行われ、高温側熱交換器23では等温圧縮行程による放熱がなされていく。つまり、逆スターリングサイクルの運転で発生する低温側熱交換器22の冷熱が庫内に供給されていく。そして、この冷熱が庫内循環ファン27の送風、ダンパー装置29の開閉動により、冷凍室2内、冷蔵室3内を循環していく。

なお、高温側熱交換器23から放熱された熱は放熱ファン33の送風により、通路32を通じて本体1の上方に排出されていく。但し、一部は本体1の外表面から大気へ放熱されていく。

ここで、ディスプレイーサー11、低温ピストン

12のボアを「約40mm」、同ストロークを「約16mm」、作動流体に充填圧力「5kgf/cm²」の「チッ素ガス」を使用し、低温側熱交換器22を「-30℃」（一般の冷蔵庫に使用される温度）に、高温側熱交換器23を「+30℃」に設定して、モータ7で駆動した結果、第6図に示されるように「1500rpm」では「60W」程度、「3000rpm」で「100W」程度の吸熱能力が得られた。また成績効率から見ると、従来の圧縮機式の冷凍サイクルの成績係数に近い数値である「約0.4～0.8」の成績係数が得られた。

また作動流体に空気、ヘリウムガスなどを用いて実験した結果（低温側熱交換器22を「-30℃」、高温側熱交換器23を「+30℃」に設定）、いずれも充填圧力が「0～10kgf/cm²」で上記したと同様な結果が得られた。

つまり、スターリング機械5は、空気あるいはチッ素ガス、ヘリウムガスなどを用い、そのときの充填圧力を「0～10kgf/cm²」に、回転数を「3000rpm以下」にした運転条件で、

「100W」程度の吸熱能力を得るように設定することにより、冷凍庫、冷蔵庫の用途に合った最適な能力を発揮できることがわかった。

かくして、フロン規制の対象となるフロン系の冷媒を用いずに、冷凍庫、冷蔵庫に合った冷却運転がなされる冷凍冷蔵庫を実現することができる。

しかも、スターリング機械5は、従来の蒸気圧縮式の冷凍サイクルに比べ、はるかに小型・軽量ですむ。

具体的には従来の冷凍冷蔵庫に採用されている冷凍サイクルのシステムでは凝縮器などの大形の部品、さらには重量の有る部品を必要とするために「10kgf」位の重量があるが、スターリング機械5はこうした部品を必要としない1シリンダ構造の上、約半分以下の「3.5kgf」程度の重量ですむ。しかも、冷凍サイクルのシステムではサイクルの最高圧が「12kgf/cm²」であるが、スターリング機械5は半分の「6kgf/cm²」の圧力ですむので、耐圧構造も簡易となり、その分、小型・軽量化を図ることができる。

そのうえ、スターリング機械5はサイクル行程中で相変化を伴わない常時、気体であるために、気流音が少なく、低騒音および低振動である。

加えて、低温側熱交換器22に着霜が生じたならば、操作部を操作すればよい。すなわち、環状板37が当該通孔38と本体1側の通孔35とと連通するように所定の角度回動していく。これにより、低温側熱交換器23から放出される熱が低温側熱交換器22に導かれていき、霜を溶かすことになる。

また、第7図および第8図はこの発明の他の実施例を示す。本実施例は、パイプから低温側熱交換器22を構成したのではなく、2枚の板の接合で構成したものである。すなわち、押し型成形で、板面に通路用の凹部50を形成した一対のアルミ板などの伝熱性の良い板部材51、51を双方の凹部50、50同士が対向するように、接着、あるいはろう付け等で重合接合したものである。こうした構造は、凹部50、50で形成される通路の断面積および死容積を、先の一実施例のパイプ

型の熱交換器と同じままに、有効伝熱面積を数〜数十倍にすることができる利点がある。むしろ、この構造を高温度熱交換器に適用してもよい。

なお、先の一実施例では複数の透孔を板面に設けた弾状板を用いて除霜するようにしたが、これに限らず、除霜時、ヒートパイプを用いて高温側熱交換器の熱を、着霜した低温側熱交換器に伝えれ溶かすようにしてもよい。また一実施例では往復機構に円筒カム構造を用いたが、それ以外の構造を用いて、ディスプレイサー、低温ピストンを所定の位相差で往復動させるようにしてもよい。

【発明の効果】

以上説明したようにこの発明によれば、フロン系の冷媒を用いずに冷却運転を行うことができる。

しかも、スターリング機械は簡単、かつ耐圧構造が簡易ですむ1シリンダ構造なので、小型・軽量化に優れる。

そのうえ、スターリング機械は気流音が少ないので低騒音化、低振動化に優れる。また成績係数

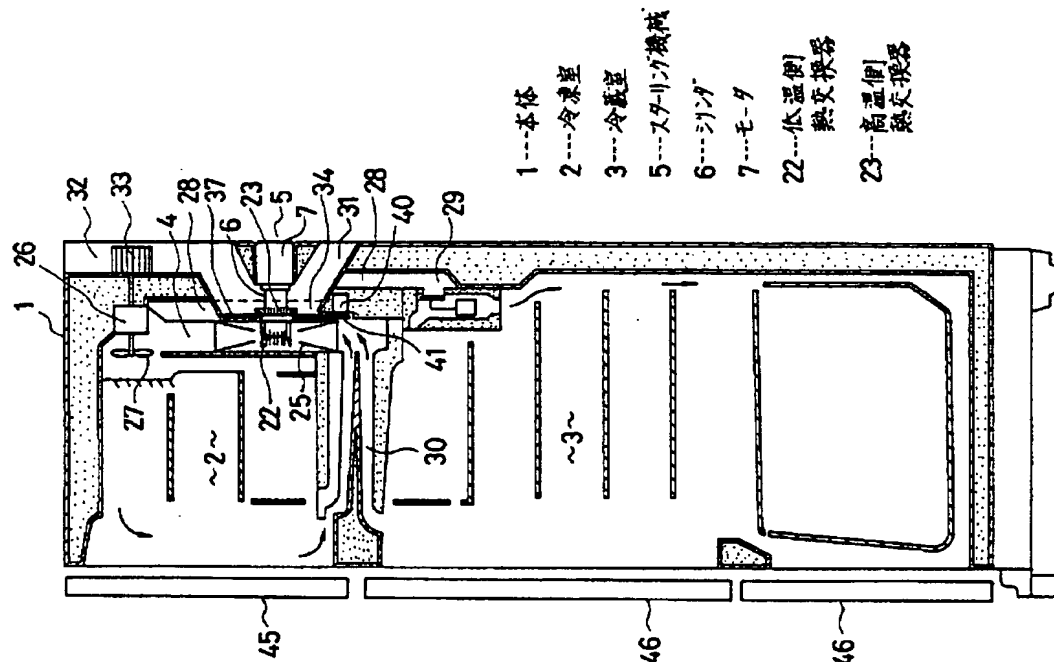
も良く、高冷却効率化にも優れる。

4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第6図はこの発明の一実施例を示し、第1図はこの発明を適用した冷凍冷蔵庫を示す側断面図、第2図はスターリング機械を示す側断面図、第3図は除霜装置を示す分解斜視図、第4図は逆スターリングサイクルを説明するためのP-V線図、第5図はそのT-S線図、第6図はスターリング機械の性能を示す線図、第7図はこの発明の第2の実施例の要部の高温側熱交換器の構造を示す側断面図、第8図はそのX-X線に沿う断面図である。

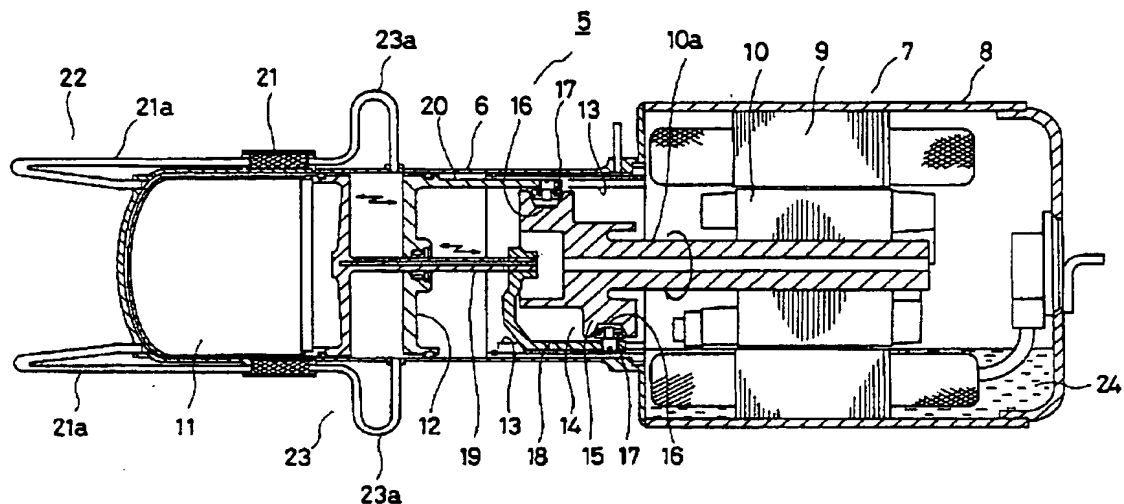
1…本体、2…冷凍室、3…冷蔵室、5…スターリング機械、6…シリンダ、7…モータ、11…ディスプレイサー、12…低温ピストン、14…往復機構、16…カム溝、17…カムローラ、21…再生器、22…低温側熱交換器、23…高温側熱交換器。

出願人代理人 弁理士 鈴江武彦

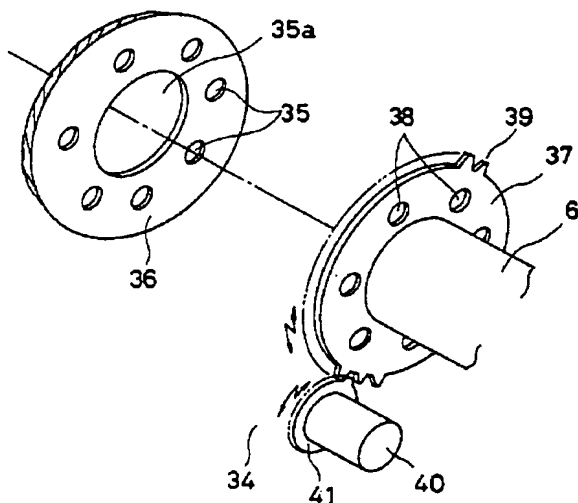


第1図

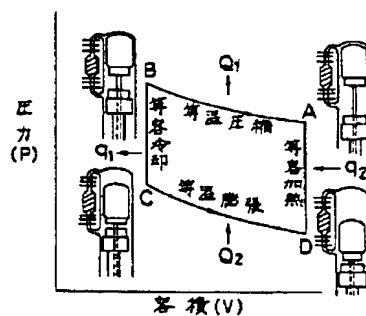
- 1---本体 2---冷凍室 3---冷蔵室 5---スターリング機械
 6---シリンダ 7---モータ 11---ガスブローサ 12---低温ピストン
 14---往復機構 16---カム溝 17---カムローラ 21---再生器
 22---低温側熱交換器 23---高温側熱交換器



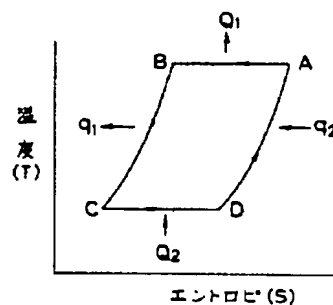
第 2 図



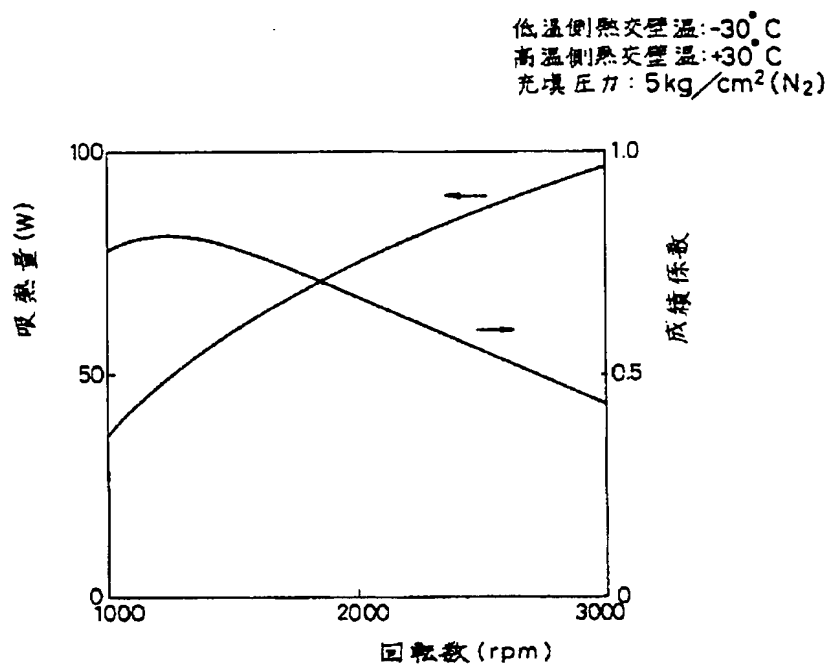
第 3 図



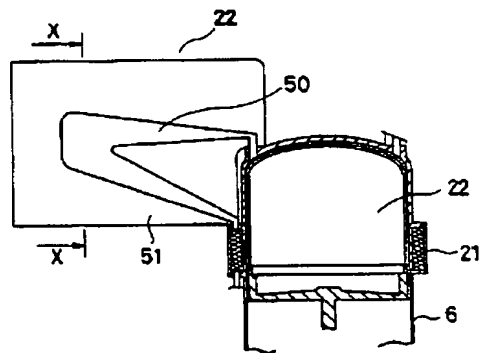
第 4 図



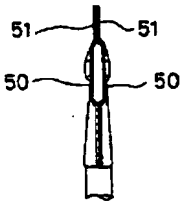
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図